

El sistema linfático: el gran olvidado del sistema circulatorio

Susana Olmos Martínez¹, Valentín Gavidia Catalán²

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia.

¹sibukon@gmail.com, ²valentin.gavidia@uv.es

[Recibido en octubre de 2013, aceptado en febrero de 2014]

En el presente artículo se analizan los modelos mentales y las concepciones alternativas que tienen los estudiantes de distintos niveles educativos sobre el sistema linfático como componente del sistema circulatorio. Se establece una relación con las dificultades que se salvaron a lo largo de la historia en la adquisición de dichos conocimientos. Los resultados muestran una deficiente relación entre los sistemas linfáticos y sanguíneos, una falta de conocimientos tanto anatómicos como fisiológicos del sistema linfático y una dificultad para ampliar el modelo explicativo del transporte de nutrientes en los organismos animales, exclusivamente centrado en el sistema sanguíneo. Se termina ofreciendo una propuesta de planificación didáctica de manera que se pueda desarrollar progresivamente el modelo de transporte interno.

Palabras clave: modelos mentales; concepciones alternativas; sistema linfático; linfa; sistema circulatorio.

Alternative conceptions of the students on the lymphatic system as component of the circulatory device

In the present article there are analyzed the alternative conceptions that there have the students of different educational levels on the lymphatic system as component of the circulatory device. A relation is established with the difficulties that were saved along the history in the acquisition of the above mentioned knowledge. The results show a deficient relation between the lymphatic and blood systems, an absence of both anatomical and physiological knowledge of the lymphatic system and a difficulty to extend the explanatory model of the transport of nutrients in the animal organisms centred exclusively on the blood system. It concludes by offering a proposal of didactic planning so that it can gradually develop internal transport model built.

Keywords: alternative conceptions; lymphatic system; lymph; circulatory device.

Introducción

En la actualidad continua siendo un aspecto importante de la investigación en Didáctica de las Ciencias el estudio de las concepciones alternativas que poseen los estudiantes, pero no tanto sobre cuestiones puntuales o aisladas como sobre aquellos aspectos que interpretan un fenómeno o que forman parte de un modelo explicativo, ya que en ambos casos configuran auténticas redes conceptuales (Novak 1988).

Entre las posibles causas de estas ideas previas se señala el intento de los estudiantes de dar sentido a la gran cantidad de información que se les ofrece, de forma que las ideas que expresan revelan suposiciones simplificadoras y formas de razonar que tratan de reducir las dificultades que se les presenta. Como señala Talanquer (2011) en vez de considerar estas concepciones alternativas como ideas rígidas es mejor concebirlas como ideas dinámicas generadas a partir de suposiciones y de la creación de modelos explicativos.

“Los modelos son esquemas o estructuras provisionales que se corresponden con objetos reales, situaciones o tipos de situaciones, con un poder explicativo. Los modelos ayudan a entender cómo funcionan las cosas” (National Research Council, 1996) y son usados en el aula como explicación esquemática y sencilla de fenómenos que pueden requerir descripciones complicadas (Solbes, Silvestre y Furió, 2010). Chamizo (2010) señala que “son representaciones, basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando

cierta porción del mundo con un objetivo específico” y entre los diversos modelos que propone, el relativo a explicar el movimiento y circulación de los nutrientes en el interior del cuerpo que utilizamos en la escuela es un modelo mental y didáctico. Así, los modelos mentales son representaciones construidas por nosotros para dar cuenta de (dilucidar, explicar, predecir) una situación y son los precursores de las ideas previas o concepciones alternativas (Greca y Moreira, 1998; Franco y Colinviaux, 2000; Kind, 2005) y en muchas ocasiones pueden ser equivalentes o formar parte de los mismos.

Estas redes o esquemas conceptuales alternativos están muy arraigados en la estructura cognitiva de los estudiantes y con ellos explican muchos problemas que se les plantea en el aula y/o en la vida cotidiana. Esta funcionalidad los convierte en un instrumento difícilmente modificable que, en muchos casos, persisten durante mucho tiempo e incluso estudios superiores no consiguen cambiarlos (Driver, 1986). Sin embargo, sobre ellos se asienta el aprendizaje de los estudiantes y, por tanto, es de suma importancia para la planificación de la tarea educativa del profesorado (Giordan, 1985; Astolfi, 1994; Furió, Solbes y Carrascosa, 2006). De hecho, estos modelos explicativos se van construyendo, validando, evolucionando en laboratorios y bibliotecas cuando se tratan de modelos científicos, y en las aulas cuando son modelos escolares. La transposición didáctica (Chevallard, 1997) son los procesos por los cuales el modelo científico se acerca al escolar y el modelo escolar se va acercando al científico, teniendo en cuenta las variables del alumnado y del contexto social donde se modeliza. Así, la transposición didáctica, consiste en la transformación del conocimiento científico en un conocimiento posible de ser enseñado en un aula específica a unos alumnos particulares.

En la enseñanza de la Biología y, en concreto, sobre diversos aspectos del cuerpo humano, como la digestión, la respiración, el sistema circulatorio, etc., las concepciones alternativas han sido bien estudiadas (Banet y Nuñez 1988 y 1989; Giordan, 1982 y 1987). Sin embargo, el sistema linfático ha sido, y continua siendo, el hermano olvidado del sistema circulatorio, pues el sanguíneo es el que se lleva el mayor protagonismo.

Este olvido del sistema linfático lo constatamos al observar que en la investigación en didáctica de las ciencias no se trata ni si quiera cuando se trabaja sobre el sistema circulatorio. Revisadas desde el año 2000 hasta la actualidad revistas como *Alambique*, *Enseñanza de las Ciencias*, *Eureka*, *Cuadernos de Pedagogía*, *Investigación en la escuela*, *Revista de Investigación en Educación*, *Infancia y Aprendizaje*, *Science Education*, *Journal of Biological Education*, *International Journal of Science Education*, no encontramos ningún trabajo sobre el sistema linfático ni sobre su relación con el sanguíneo. Lo mismo ha ocurrido con la revisión de las comunicaciones presentadas en las conferencias de 2009 y 2013 de European Science Education Research Association (ESERA), del VIII y IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias celebrado por la revista *Enseñanza de las Ciencias* en 2009 y 2013 y de la revisión bibliográfica llevada a cabo por Duit y Pfundt (2009).

Esta afirmación de olvido del sistema linfático como componente del circulatorio puede servir para los manuales escolares dirigidos al alumnado. Cañal (2008) señala que el conocimiento biológico sobre el cuerpo humano que se presenta en los libros de texto o Internet viene organizado de forma que no se observa la necesaria interrelación que existe entre todos los aparatos y sistemas, apareciendo como una suma de partes especializadas.

En el caso del sistema linfático, se adjudican algunas de sus funciones al sanguíneo, de manera que la función de absorción de los capilares es atribuida por entero a los capilares sanguíneos. Esto hace que los estudiantes mantengan un modelo de transporte de nutrientes y recogida de desechos sencillo pero insuficiente al no incorporar las actividades del sistema linfático. El modelo que mantienen señala que los capilares procedentes de las arterias llevan los nutrientes

y el oxígeno a las células, y los capilares que se dirigen a las vénulas se llevan el CO_2 y los “residuos” producidos en el metabolismo celular.

Hemos comentado que se denomina modelo a la representación concreta de una cosa, idea, proceso o acontecimiento, y su importancia radica en el hecho de que con él interpretamos los nuevos datos que vamos conociendo y los integramos en la visión de conjunto que vamos elaborando (Justi, 2006). Si dicho modelo no es suficientemente integrador y sistémico (Cañal, 2008) tenemos el peligro de que los nuevos conocimientos queden en anécdotas memorísticas y no adquieran el carácter funcional necesario de todo aprendizaje significativo. Sin dicha visión globalizadora no conseguiremos ubicar, ni relacionar, ni integrar, ni encontrar aplicación a los nuevos conocimientos. Y esto es lo que ocurre con el sistema linfático. Se ha construido un modelo del sistema circulatorio potente, por su sencillez, capacidad explicativa y posibilidad de resolver problemas, al que no encontramos la necesidad de hacer “ampliaciones” y cuando se presentan estas situaciones, las dejamos de lado como ocurre en el caso de la linfa, con una interpretación simplificadora de la realidad.

Ante el escenario descrito, el objetivo del presente trabajo es realizar una aproximación a las ideas que los estudiantes tienen sobre el sistema linfático y su relación con el sanguíneo, y presentar una propuesta de planificación didáctica que sirva para que el alumnado elabore un modelo de sistema circulatorio más acorde con la realidad. Nuestra hipótesis es que el alumnado ha construido un modelo de sistema circulatorio de los organismos animales sencillo, en el que solo interviene el sanguíneo, y les sirve para explicar la función de transporte de los nutrientes. Este modelo no se modifica ni se amplía posteriormente integrando el sistema linfático a pesar de la enseñanza de estos nuevos conocimientos.

Breve aproximación histórica a la construcción del conocimiento sobre el sistema linfático

Teniendo presente la hipótesis de que la adquisición de un concepto (embriogenia conceptual) reproduce de alguna forma la historia científico-social de su descubrimiento y aceptación (filogenia conceptual) (Oliva, 1999), podemos observar que la situación de la enseñanza aprendizaje del sistema linfático en la Educación Obligatoria es un reflejo de lo que ha ocurrido en la historia del descubrimiento del sistema circulatorio, donde siempre ha tenido mayor presencia el sanguíneo. En los breves encuentros mantenidos con el linfático, debido a su difícil visualización, ha sido comúnmente confundido con el anterior. El resultado ha sido un esquema conceptual del sistema sanguíneo muy desarrollado y un “añadido” posterior del sistema linfático. Por ello, no es de extrañar que exista dificultad para tenerlo en cuenta como un componente más del sistema circulatorio, relacionado anatómicamente y fisiológicamente con el sanguíneo.

Como señalan los manuales de Anatomía y Fisiología humana, el sistema linfático forma parte del sistema circulatorio acompañando al sanguíneo, pero de forma independiente. Este sistema comienza en los capilares linfáticos microscópicos y ciegos, distribuidos entre los distintos tejidos del organismo, donde se captan los líquidos que los capilares sanguíneos no reabsorben y después de haberlos filtrado de impurezas y células anormales, los retornan a la sangre por las venas subclavias derecha e izquierda. En las vellosidades del intestino delgado encontramos los capilares linfáticos, denominados quilíferos, que absorben los lípidos procedentes de la digestión.

El líquido circulante por el interior de este sistema, blanquecino por ausencia de glóbulos rojos y presencia de glóbulos blancos y lípidos, se denomina linfa. Su mecanismo de desplazamiento por los vasos linfáticos, principalmente en aquellos tramos que van en contra de la gravedad,

son la contracción de los músculos esqueléticos y la depresión producida en el tórax durante la ventilación pulmonar, todo ello ayudado por las numerosas válvulas de los vasos linfáticos que impiden el retorno de la linfa (Thibodeau y Patton, 2007, pp. 779-793).

Si estudiamos ahora la historia del conocimiento del sistema linfático observamos que ésta forma parte del descubrimiento de la circulación general, pero transcurre por senderos repletos de dificultades (Ferrández, 2006). Desde la antigüedad el centro de la investigación ha sido la sangre, llamativa y señal de vida, y sus formas de conducción. Aparecen algunas referencias al sistema linfático en los trabajos de Hipócrates (460-370 a. C.) que describe una sangre blanca y unos vasos que transportan líquidos incoloros, pero sin conocer de qué se trata. En el siglo XVII, después de que William Harvey (1578-1657) describiera el sistema circulatorio, Thomas Bartholin (1616-1680) acuña el término de vaso linfático, confiriendo entidad a un sistema hasta el momento inexistente.

Los problemas para el descubrimiento del sistema linfático fueron varios: A la prohibición de utilizar cadáveres humanos en la investigación, lo que dificultó el avance de la medicina en general, hay que añadir la dificultad de observar los vasos linfáticos, ya que poseen unas paredes muy finas y están rellenos de un líquido translúcido.

Los vasos linfáticos que se observaban eran considerados como vasos sanguíneos vaciados y rellenos de leche o nutrientes. Gaspar Aselli (1581-1626) descubrió los quilíferos en el perro y evidenció que sólo aparecían cuando el perro era alimentado horas antes del sacrificio, pero eran inobservables si estaba en ayunas. Pierre Gassendi (1592-1655) siguiendo las ideas de Aselli, evidenció los quilíferos, pero su error consistió en considerar estos vasos absorbentes como vasos sanguíneos llenos de quilo.

Debieron transcurrir dos siglos para comenzar a comprender su funcionamiento. Una vez cartografiado el sistema linfático, el conocimiento estaba preparado para la comprensión de su fisiología e incluso de su patología. En el siglo XIX se confirma la capacidad de absorción de los capilares linfáticos por Frank Starling (1866-1927) y en el siglo XX se descubren los mecanismos de desplazamiento de la linfa por Rusznayak, Földi y Szado en 1960 (Ferrández, 2006).

Metodología

La estrategia para contrastar nuestra hipótesis de trabajo ha consistido en la encuesta, a través de la elaboración de un cuestionario de preguntas cerradas y abiertas, a una población de alumnos que han estudiado recientemente la anatomía y fisiología de los animales o de los humanos en particular. Para comprobar hasta qué punto el modelo explicativo construido de circulación es persistente se ha elegido alumnado de distintos niveles educativos. En concreto, se ha escogido alumnado de 4º curso de ESO, de 2º curso de Bachillerato, de 3º curso de Magisterio y estudiantes del Master de Formación del Profesorado de Secundaria en la Especialidad de Biología y Geología. Hay que recordar que los estudiantes de este Master son licenciados en carreras del ámbito de la salud, fundamentalmente en Biología, Farmacia, Veterinaria, Bioquímica, Biotecnología o Ciencias Ambientales.

La muestra está formada por los cuatro grupos de alumnos siguientes:

- Grupo 1: Alumnado de 4º de ESO de los Institutos de Educación Secundaria de Cheste y de L'Elia (N=40).
- Grupo 2: Alumnado de 2º de Bachillerato de los Institutos de Educación Secundaria de Cheste, de L'Elia, y del "José Marhuenda Prats" de El Pinós (Alicante) (N=40).

- Grupo 3: Alumnado de 3º de Magisterio de la Universitat de València (N=40).
- Grupo 4: Estudiantes del Master de Formación del Profesorado de Secundaria de la Univesitat de València (N=22).

Se han elegido estos centros educativos por la facilidad de los autores en contactar con el profesorado que imparte allí su docencia, aunque hacemos notar que ninguno lo hace en los cursos señalados. Se ha optado por los diferentes grupos que componen la muestra por las causas siguientes: 4º ESO porque en el curso anterior se estudia la biología humana; 2º de Bachillerato porque en el primer curso se trabaja la anatomía comparada y en concreto todos los procesos que intervienen en la nutrición; 3º de Magisterio porque en el curso anterior existe una materia de 9 créditos denominada “Ciencia para Maestros” con 6 grandes temas, uno de los cuales es “el ser humano y la salud” siendo uno de los apartados la función de nutrición y todos los aparatos y sistemas que en ella intervienen; el grupo de Master se elige para comprobar el recuerdo que poseen del sistema linfático y de los procesos de transporte interno, los egresados de titulaciones como las descritas, futuros profesores de Biología en la educación secundaria.

El cuestionario utilizado para valorar el nivel de conocimiento de los estudiantes y detectar sus ideas y esquemas conceptuales alternativos se presenta en el [Anexo 1](#). Para su elaboración se ha presentado un primer borrador a un grupo reducido de estudiantes pertenecientes a la población de estudio y a un grupo de expertos, profesores del departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universidad de Valencia, que han analizado sus diferentes ítems. La elección del cuestionario como instrumento de recogida de datos se debe al hecho de la amplitud de la muestra, dado que se desea comprobar la persistencia de conocimientos en el tiempo.

El cuestionario trata fundamentalmente de dos aspectos: uno sobre anatomía del sistema linfático y otro sobre su fisiología. En ambos casos se contempla las relaciones con el sistema circulatorio sanguíneo. Las preguntas referidas a la anatomía, correspondientes a los números 1, 3, 4, 5, 6, 7 y 8, pretenden determinar el grado de conocimiento de la anatomía del sistema linfático y su relación morfológica con el sistema sanguíneo. Las referidas a la fisiología corresponden a los números 2, 9 y 10 cuyo objetivo es determinar el grado de conocimiento de la fisiología del sistema linfático y su relación fisiológica con el sistema circulatorio sanguíneo.

Resultados

En primer lugar se presentan los resultados obtenidos de las preguntas correspondientes a la anatomía, y posteriormente se ofrecen los referidos a la fisiología.

Sobre la anatomía del sistema linfático

La tabla 1 recoge los resultados de la pregunta 1: “Enumera los componentes del sistema circulatorio”; pregunta 3: “Pon nombre a las estructuras del dibujo e indica con flechas la dirección de los fluidos”; pregunta 4 “¿Qué tipo de órganos son el timo; las amígdalas; el páncreas y el bazo?” y la pregunta 5 “Rotula el dibujo ¿Qué representa?”

La pregunta 1 en la que se pide que nombren los componentes del sistema circulatorio, lo que se espera que respondan es: corazón, arterias, venas, capilares (sanguíneos y linfáticos), vasos linfáticos, nódulos linfáticos, sangre y linfa. Sin embargo, los estudiantes suelen nombrar solo algunas partes del sistema sanguíneo y las respuestas más habituales son: “venas y arterias” “venas, arterias, capilares y corazón” pero sobre todo “venas, arterias y corazón”. Los datos,

que aparecen en la primera fila de la tabla 1, significan el número de estudiantes y su porcentaje que enumeran todos los componentes del sistema circulatorio. Los resultados muestran que un número escaso de alumnos integra el sistema linfático como componente del sistema circulatorio. Con el paso de 4º ESO a 2º de Bachillerato, aumenta este número, aunque el dato no es significativo.

Tabla 1. Número de estudiantes y porcentaje del total de la muestra que responden correctamente las preguntas que 1, 3, 4 y 5 del cuestionario.

Interrogantes		4º ESO N=40		2º Bachillerato N=40		3º Magisterio N=40		Master N=22	
		N	%	N	%	N	%	N	%
1. Componentes circulatorio		2	5,00	5	12,50	1	2,50	8	36,36
3. Esquema capilares		0	0,00	2	5,00	0	0,00	4	18,18
4.- Qué órgano es:	Timo	5	12,50	6	15,00	2	5,00	14	63,64
	Amígdalas	3	7,50	4	10,00	5	12,50	2	9,09
	Páncreas	3	7,50	5	12,50	6	15,00	7	31,82
	Bazo	3	7,50	7	17,50	10	25,00	14	63,64
5. ¿Qué representa el esquema?	Reconoce esquema	16	40,00	20	50,00	18	45,00	13	59,01
	Rotula vasos	0	0,00	6	15,00	0	0,00	2	9,09
	Rotula nódulos o ganglios	0	0,00	6	15,00	1	2,50	8	36,36
	Rotula capilares	0	0,00	6	15,00	1	2,50	1	4,55
	Respuesta completa y correcta	0	0,00	5	12,50	0	0,00	0	0,00

En la pregunta 3, donde que se debe nombrar las estructuras que aparecen en un esquema, y admitiendo la dificultad de la conceptualización de tejido (Tamayo y González, 2003), se espera que los estudiantes reconozcan las células de un tejido, los capilares sanguíneos y los linfáticos. En la fila segunda de la tabla 1, se muestra el número de alumnos que contestan correctamente. Los resultados muestran que la práctica totalidad de estudiantes no reconocen el capilar linfático en el esquema. Muchos no reconocen ni siquiera lo que representa el esquema y algunos tampoco indican la dirección de la sangre.

Respecto a la pregunta 4: “¿Qué tipo de órganos son el timo; las amígdalas; el páncreas y el bazo?” los encuestados deben elegir entre las respuestas: glándula endocrina que produce hormonas; órgano linfático donde maduran los linfocitos; glándula exocrina que produce enzimas digestivos; glándula mixta que produce hormonas y enzimas digestivos; órgano fonador; y no tiene función específica. En la tabla 1 se muestran los resultados de la opción correcta y los datos obtenidos muestran que los estudiantes no conocen, en general, los órganos linfáticos. El bazo y el timo son los más reconocidos, mientras que las amígdalas no son identificadas como órganos linfáticos.

En cuanto a la última, la pregunta 5: “Rotula el dibujo. ¿Qué representa?” los estudiantes pueden observar el dibujo como una representación del sistema circulatorio e indicar en él: corazón, arteria, vena, capilares sanguíneos, capilares linfáticos, vaso linfático y ganglio o nódulo linfático. Es una pregunta complementaria de la nº 1, pero ante un dibujo. En el

estudio nos centramos en si reconocen tanto el esquema general como los componentes del sistema linfático. Con frecuencia se usa el término ganglio linfático en lugar de nódulo linfático (Tamayo y González, 2003), por lo que aceptamos ambos términos en la respuesta. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 1 y se observa que el esquema presentado sobre el sistema circulatorio es reconocido por cerca de la mitad de los estudiantes (47% del total) y muy pocos identifiquen los componentes del sistema linfático.

En la tabla 2 se presentan los resultados de la pregunta 6: “¿Qué es la linfa?”; la pregunta 7: “¿Cómo se relaciona el sistema linfático con el sanguíneo?”; y la pregunta 8: “¿En qué consisten los ganglios linfáticos?”

Tabla 2. Número de estudiantes y porcentaje total de la muestra que responden a las preguntas 6, 7 y 8 del cuestionario.

Interrogantes		4ºESO N=40		2ºBachiller N=40		3ºMagisterio N=40		Master N=22	
		N	%	N	%	N	%	N	%
6. La linfa es:	Sangre de insectos	0	0,00	9	22,50	1	2,50	2	9,09
	Líquido que baña tejidos	18	45,00	10	25,00	7	17,50	8	36,36
	Líquido blanquecino	30	75,00	33	82,50	25	62,50	15	68,18
	Metamorfosis insectos	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,55
	No lo sé	6	15,00	2	5,00	10	25,00	1	4,55
	Sólo respuesta correcta	16	40,00	22	55,00	22	55,00	10	45,5
7. Relación linfático-sanguíneo:	No hay relación	2	5,00	4	10,00	3	7,50	0	0,00
	Reparto de fluidos	7	17,50	20	50,00	13	32,50	5	22,73
	Linfáticos recogen restos sanguíneo	20	50,00	14	35,00	11	27,50	12	54,55
	No lo sé	12	30,00	3	7,50	13	32,50	6	27,27
	Sólo respuesta correcta	20	50,00	13	32,50	11	27,50	11	50,00
8. Qué son los ganglios linfáticos?	Nódulos con función defensa	16	40,00	31	77,50	18	45,00	20	90,91
	Ensanchamiento de venas	7	17,50	0	0,00	4	10,00	0	0,00
	Ganglios nerviosos	3	7,50	2	5,00	3	7,50	0	0,00
	No lo sé	18	45,00	7	17,50	16	40,00	2	9,09
	Sólo respuesta correcta	14	35,00	31	77,50	18	45,00	20	90,91

Para poder contestar la pregunta 6 se ofrecen 4 posibilidades. La respuesta que se espera es “líquido blanquecino perteneciente al sistema circulatorio”. Los estudiantes pueden señalar más de una opción, por lo que además de reseñar todas sus respuestas, en la tabla 2 remarcamos el número de alumnos que ofrecen únicamente respuestas acertadas. En ocasiones el alumnado ofrece respuestas correctas e incorrectas al mismo tiempo, por lo que interesa resaltar las certeras. Podemos observar que prácticamente la mitad (45,5%) presentan exclusivamente respuestas correctas.

En la pregunta 7 ¿Cómo se relaciona el sistema linfático con el sanguíneo? Se ofrecen 3 posibilidades para contestar y los estudiantes pueden marcar más de una opción. La respuesta que se espera es la 3ª “los vasos linfáticos van paralelos a los sanguíneos y recogen los productos que los sanguíneos se dejan”. Los resultados se representan en la tabla 2 en la que, además de remarcar todas las respuestas, se indican el número de alumnos que ofrecen únicamente respuestas acertadas. Se puede observar que la mitad de los estudiantes de 4º de ESO, que estudiaron anatomía y fisiología humana el curso anterior, reconocen la relación entre ambos. Sin embargo, con el tiempo se reduce el porcentaje de alumnos que lo recuerda.

Con la pregunta 8 “¿En qué consisten los ganglios linfáticos?” se trata de averiguar el conocimiento que tienen sobre uno de los componentes del sistema linfático. La respuesta que se espera es “nódulos aislados o formando cordones a lo largo de los vasos linfáticos que tienen la función de defensa frente al ataque de cuerpos extraños” Utilizamos el término “ganglio” en lugar de “nódulo” por ser usado tanto en los textos escolares como en los científicos (Tamayo y González, 2003) y en el vocabulario habitual. Se presentan 3 opciones y el alumnado puede marcar más de una. Los resultados se presentan en la tabla 2 en la que, además de señalar todas las respuestas, indicamos el número de alumnos que ofrece únicamente respuestas acertadas. Los resultados muestran que los nódulos linfáticos son uno de los órganos linfáticos mejor conocidos por los estudiantes en su función defensiva.

Como resumen de los conocimientos del alumnado encuestado sobre la **anatomía** del sistema linfático se presentan las figuras 1 y 2. La figura 1 es la gráfica elaborada con las respuestas correctas a las preguntas del cuestionario relativas a la anatomía a excepción de la 4ª, que por ser una pregunta múltiple se recogen las respuestas en la figura 2. En ellas se puede apreciar el porcentaje de respuestas positivas que ofrecen los 4 grupos de la muestra a las diversas cuestiones planteadas y cómo, en líneas generales, a medida que aumenta el nivel educativo es mayor el número de estas respuestas positivas, pero sin llegar a niveles óptimos.

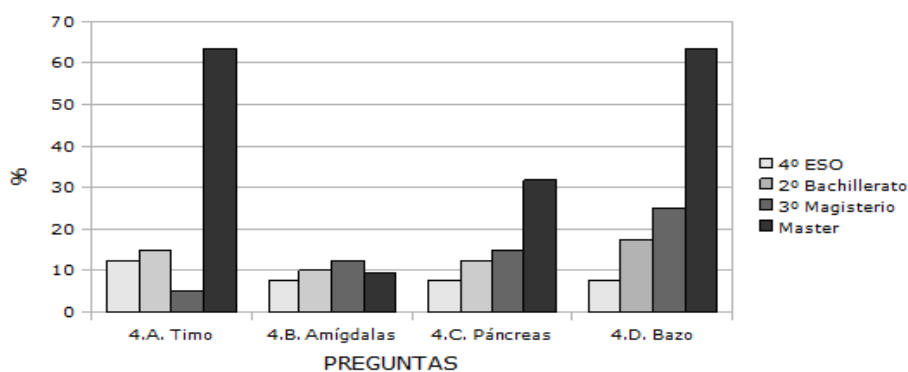


Figura 1. Respuestas correctas a las preguntas 1, 3, 5, 6, 7 y 8 sobre anatomía del sistema linfático.

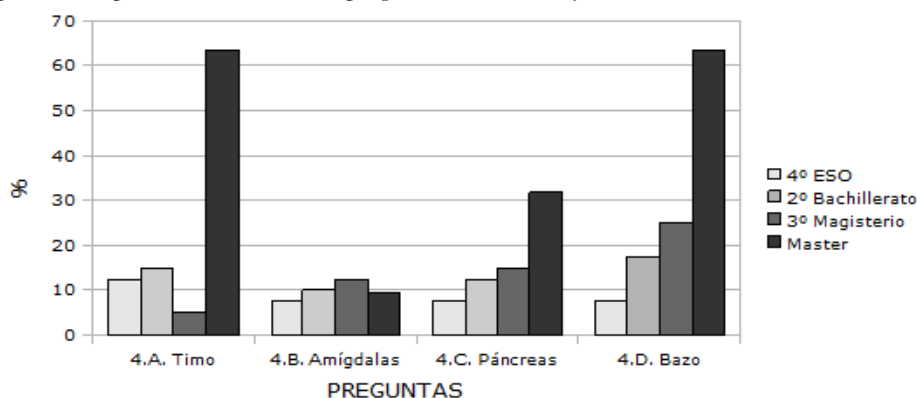


Figura 2. Respuestas correctas a la pregunta 4 sobre los órganos del sistema linfático.

Sobre la fisiología del sistema linfático

En la tabla 3 se presentan los resultados de la pregunta 2 “trayecto de los lípidos por el interior del organismo”; de la pregunta 9 “función del sistema linfático”; y de la pregunta 10 “mecanismos por los que se desplaza la linfa”.

Tabla 3. Número de estudiantes y porcentaje total de la muestra que ofrece respuestas a las preguntas 2, 9 y 10 del cuestionario.

Interrogantes		4º ESO, N=40		2º Bachillerato N=40		3º Magisterio N=40		Master N=22	
		N	%	N	%	N	%	N	%
2. Transporte lípidos		0	0,00	3	7,50	1	2,50	2	9,09
9. Funciones sistema linfático	Movimiento sangre	8	20,00	3	7,50	3	7,50	0	0,00
	Recoge liquido intersticial	8	20,00	15	37,50	0	0,00	11	50,00
	Transporte lípidos	11	27,50	16	40,00	4	10,00	7	31,82
	Elimina partículas	7	17,50	14	35,00	12	30,00	15	68,18
	No lo sé	17	42,50	5	12,50	21	52,50	4	18,18
	Respuestas correctas y completas	1	2,50	3	7,50	0	0,00	6	27,27
10.Desplazamiento linfa	No circula	9	22,50	4	10,00	6	15,00	1	4,55
	El corazón	15	37,50	11	27,50	2	5,00	7	31,82
	Válvulas	5	12,50	15	37,50	7	17,50	10	45,45
	Músculos	0	0,00	6	15,00	3	7,50	6	27,27
	No sé	17	42,50	6	15,00	22	55,00	7	31,82
	Respuesta correcta y completa	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00

La pregunta 2 “¿Los lípidos que ingerimos siguen el mismo camino, después de ser digeridos, que los aminoácidos o los glúcidos en su incorporación al organismo? Si no es así, describe el trayecto que realizan los lípidos” se trata de una pregunta abierta en la que esperamos que los estudiantes señalen que los lípidos son absorbidos por los quilíferos del intestino pasando a la linfa y posteriormente se incorporan a la sangre. Sin embargo las respuestas más frecuentes son: “una vez pasan a la sangre siguen el mismo camino”, “los lípidos pasan por la boca hasta el intestino delgado donde son absorbidos por los capilares sanguíneos”.

Con la pregunta 9 “¿Cuál es la función o funciones del sistema linfático?” se trata de averiguar el conocimiento que tiene el alumnado sobre las funciones del sistema linfático. Para ello se presentan 4 opciones y deben marcar más de una de ellas. Son válidas las respuestas: “recoger aquella fracción de líquido intersticial que los capilares sanguíneos no han podido reintroducir en la sangre”, “absorber y transportar los lípidos desde el tramo intestinal a la sangre” y “actuar como estación depuradora.” Con los datos obtenidos se observa que el alumnado encuestado reconoce algunas funciones del sistema linfático correctamente, pero en muchas ocasiones, y a veces de forma simultánea, asigna funciones incorrectas.

En la pregunta 10: “¿A través de qué mecanismos se desplaza la linfa por sus vasos?” se presentan 4 posibles respuestas donde el alumnado puede elegir más de una opción. Son válidas las respuestas: “posee válvulas que impiden el retroceso” y “es ayudado por los músculos esqueléticos y la ventilación pulmonar”. Los resultados se representan en la tabla 3 en la que, además de señalar todas las respuestas, en la última fila aparece el número de alumnos que ofrecen únicamente respuestas acertadas, y podemos observar que ninguno de los encuestados reconoce todos los mecanismos por los que se desplaza la linfa. Gran parte de los estudiantes de 4º de ESO no saben cómo se desplaza, al igual que los de Magisterio. Los de 2º de Bachillerato y los del Master consideran principalmente la acción de las válvulas y poco la función de la musculatura esquelética en el proceso. Hay que destacar que una parte de los estudiantes consideran que el corazón interviene en el movimiento de la linfa.

Como resumen de los conocimientos del alumnado encuestado sobre la fisiología del sistema linfático se presenta la figura 3 elaborada con las respuestas correctas a estas preguntas del cuestionario.

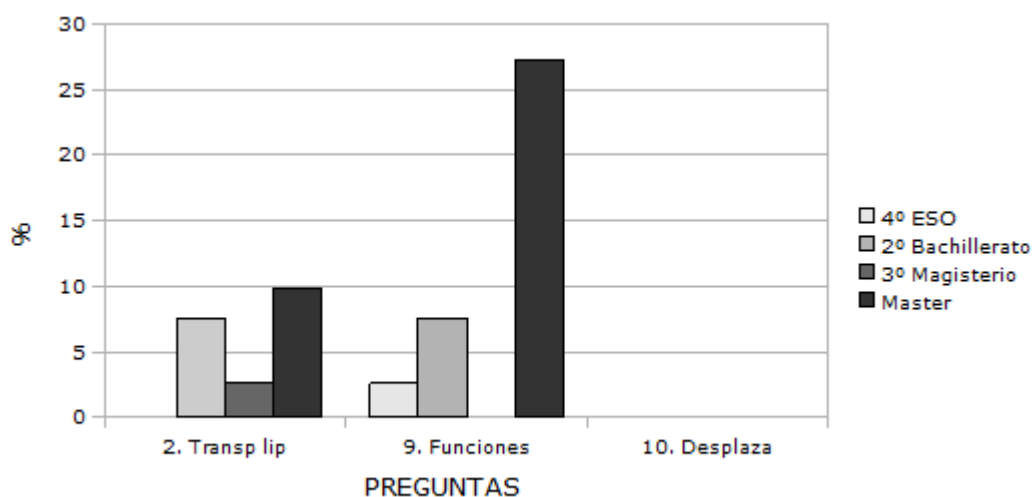


Figura 3. Respuestas correctas sobre fisiología del sistema linfático.

Discusión

En el presente trabajo hemos tratado de aproximarnos al conocimiento que el alumnado tiene sobre la anatomía y fisiología del sistema linfático como componente del sistema circulatorio.

Respecto a la anatomía del sistema linfático podemos señalar que es escaso el alumnado que considera al sistema linfático como componente del circulatorio. Casi ningún estudiante de 4º de ESO y Magisterio, cerca del 10% de los de Bachillerato, y no llega al 40% del Master lo admite como tal. Pocos lo reconocen en un dibujo esquemático, y muy pocos tienen en cuenta los capilares linfáticos en el sistema capilar.

En cuanto a los órganos linfáticos, alrededor del 10% de los estudiantes de 4º de ESO, de 2º de Bachillerato y de 3º de Magisterio reconocen como tales al timo, las amígdalas y el bazo. El 60% de los estudiantes del Master admiten el timo y el bazo como órganos linfáticos. Muy pocos son los que conocen la función de las amígdalas. La mayoría de los que cursan, o han cursado, el bachillerato de ciencias de la salud sabe qué son los nódulos linfáticos. Alrededor de la mitad de los estudiantes distingue qué es la linfa y el modo en que interactúa con la sangre.

Sobre la fisiología del sistema linfático podemos decir que la mayoría del alumnado encuestado desconoce cuáles son sus funciones. El grupo que más las reconoce son los

estudiantes del Master, pero sólo una proporción menor al 30%. Sobre el transporte de los lípidos absorbidos en el intestino delgado los estudiantes desconocen cómo se transportan. Los grupos que en mayor número responden correctamente a esta pregunta son los de 2º de Bachillerato y los del Master, aunque en ningún caso llegan al 10%. Y en cuanto a los mecanismos de desplazamiento de la linfa, ningún estudiante reconoció todos los mecanismos por los que se consigue este desplazamiento.

Esta situación que nos traslada los resultados del presente estudio, en la que parece que existen visiones parciales y desconexas entre el sistema circulatorio sanguíneo y el linfático, con un modelo fuerte y explicativo del transporte interno del organismo, el sanguíneo, junto con visiones fragmentadas y sin interrelación como es el caso del sistema linfático, viene a coincidir con las ideas de Nuñez y Banet (1996) que destacan la existencia de dos tipos de modelos en el caso del proceso de nutrición: Los parciales que representan los procesos de digestión, respiración y transporte, y los globales que establecen una visión global de la nutrición, y señalan, además, que los estudiantes no relacionan los diferentes modelos o lo hacen parcialmente. En nuestro caso debemos concretar esta opinión indicando que el modelo “parcial” de transporte tampoco está bien construido porque no acepta las interrelaciones con el sistema linfático y además se resiste a su ampliación.

Esta idea abunda en los estudios de Pérez de Eulate, Llorente y Andreu (1999) que señalan que las imágenes de los libros de texto no ayudan a comprender la función de la linfa al no mostrar las relaciones con los diferentes sistemas. Al mismo tiempo, Maeztu *et al.* (2008) remarcan que la presentación de aspectos o fenómenos descontextualizados y sin relacionar es una forma de colaborar a que el alumnado posea una visión más memorística que conceptual de estos temas.

Una propuesta de planificación didáctica

Teniendo en cuenta los obstáculos existentes para la adecuada consideración del sistema linfático como componente del sistema circulatorio, presentamos a continuación una propuesta de planificación didáctica que permita ampliar el modelo más común entre el alumnado, el que contempla únicamente el sistema sanguíneo. Para hacer nuestra propuesta tendremos en consideración las aportaciones de Cañal (2008), las dificultades que señalan Banet y Nuñez, (1988 y 1989), Núñez y Banet (1990) y Casado Romero (1999), entre otros, así como la elaboración de modelos por el alumnado de Justi (2006).

Cañal señala la importancia de atender a los niveles de organización del cuerpo humano en su nivel molecular, celular, de organismo y de población. Así mismo, insiste en la importancia de presentar una visión sistémica del cuerpo humano, para lo que remarca el interés de presentar: a) los componentes anatómicos, b) las interacciones entre estos componentes, c) las formas de organización que presenta nuestro organismo y d) los procesos de cambio. Nuestra propuesta tratará de seguir estos planteamientos, pero obviaremos el último punto: los procesos de cambio, así como el nivel de poblaciones.

Educación Primaria

En esta etapa educativa, en la que se trabaja fundamentalmente el nivel de organismo, presentaremos los componentes anatómicos sanguíneos, sin atender planteamientos a nivel celular y molecular.

En los primeros años, atendiendo a la experiencia sensorial del alumnado y mediante las adecuadas preguntas (Pujol, 2007, ofrece estupendas ideas para este nivel), presentaremos los

componentes del sistema circulatorio sanguíneo: La sangre y su importancia, por dónde discurre y quién la mueve.

En los últimos años de esta etapa educativa profundizaremos un poco más en el sistema circulatorio sanguíneo: los movimientos del corazón y para qué sirven, los vasos sanguíneos, e introduciremos los capilares. Las interacciones con otros sistemas las consideraremos al tratar la función de la sangre *¿para qué sirve la sangre?*: Reparto de nutrientes y oxígeno. Al tratar las formas de organización, en concreto la del cuerpo humano, procuraremos que el alumnado comience a elaborar el modelo de cómo funciona el sistema sanguíneo.

Educación Secundaria

En esta etapa educativa, el cuerpo humano se estudia en el curso 3º de la ESO, donde el alumnado ya tiene adquiridos el concepto de célula, por lo que podemos presentar el tema atendiendo a los niveles de complejidad celular y orgánico.

Para el Nivel celular: Introduciremos los conceptos de líquido intersticial y su necesidad de drenaje, y de líquido linfático. *Las células del cuerpo necesitan estar rodeadas de un líquido para poder realizar sus intercambios ¿por qué? Este líquido cuyo volumen es superior a los 10 litros posee unos componentes ¿de dónde provienen? y unas características, ¿cómo se mantienen? (Hermann y Cier, 1967).* Introduciremos también el concepto de homeostasis.

Para el Nivel orgánico: Al trabajar los componentes del organismo humano y tratando de ofrecer una visión sistémica, se recordará y reforzará el sistema sanguíneo y se introducirá el sistema linfático: Capilares linfáticos, nódulos linfáticos, movimientos de la linfa y relación anatómica con el sanguíneo. Sobre la interacción con otros sistemas, podremos ver las relaciones funcionales con el digestivo (absorción de lípidos), con el excretor (conducción de desechos metabólicos) y con el propio sistema circulatorio sanguíneo (devolución de “pérdidas”). Al estudiar las formas de organización, procuraremos que el alumnado comience a elaborar el modelo de sistema circulatorio formado por el sanguíneo y el linfático, ampliando el modelo construido en la Educación Primaria y tratando que responda a las preguntas que se van planteando en el proceso de enseñanza aprendizaje. *¿Cómo es posible que en un análisis de sangre se investigue la cantidad de lípidos si en su absorción a nivel intestinal éstos pasan a la linfa?*

Después de esto se requiere, al menos, una breve mención de la conexión con el Sistema Inmunológico. No obstante, somos conscientes de lo recargados que están los programas de los diferentes cursos de Educación Secundaria, y en concreto del tercer curso de la ESO al que nos referimos, pero pensamos que una adecuada planificación en la que intervengan las dos etapas educativas: Primaria y secundaria, y la formulación de preguntas-problema, similares a las enunciadas, pueden posibilitar en el alumnado la ampliación del modelo de sistema circulatorio en el que se incluya el linfático. En la fig. 4 se presenta una propuesta de planificación que atiende al currículo prescriptivo (Reales Decretos 1513/2006, 1631/2006, y 1467/2007), y trata de desarrollar el modelo de transporte interno del organismo.

Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos podemos señalar que los estudiantes no integran el sistema linfático en el sistema circulatorio y tienen escasos conocimientos sobre su anatomía y fisiología. Anatómicamente desconocen algunos órganos linfáticos y no entienden la interrelación entre ambos sistemas. Fisiológicamente, una gran mayoría no saben cuáles son las funciones ni el mecanismo de funcionamiento del sistema linfático. En general no consideran al sistema linfático como un integrante del sistema circulatorio, ni la importancia que posee en el transporte de determinados nutrientes.

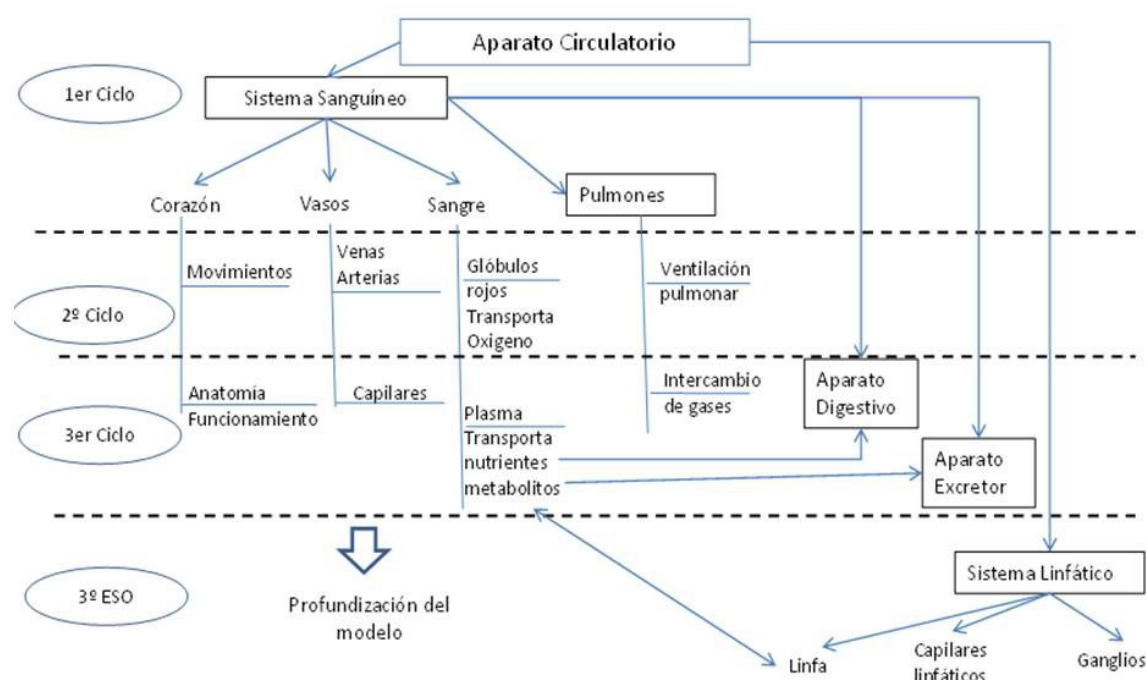


Figura 4. Planificación conceptual del Aparato circulatorio a lo largo de la Educación Obligatoria.

Los conocimientos que presentan los tres primeros niveles de enseñanza de la muestra son bajos y muy semejantes, lo que nos indica que, o bien que estos temas se trabajan escasamente en el aula, o bien la elaboración de un modelo sencillo y suficientemente explicativo durante las primeras etapas de la enseñanza, en este caso del transporte de nutrientes en el interior de los organismos animales, se asume de tal forma que constituye un obstáculo para la ampliación de dicho modelo, pues los nuevos conocimientos no se integran en él. En estos casos, como señala Talanquer (2011), resulta más productivo para el docente identificar las suposiciones y esquemas en los que se basan los estudiantes y ayudar a reflexionar sobre ellos, que tratar de cambiar cada idea previa de manera independiente. Conviene, pues, actuar sobre el propio modelo y es lo que tratamos de hacer al enunciar preguntas como las que se presentan.

Encontramos relevante el paralelismo que podemos establecer entre la secuencia histórica de adquisición de conocimientos sobre el sistema linfático y las diferentes etapas en las que los estudiantes van integrando estos conocimientos. Así, la no incorporación del sistema linfático al sanguíneo, puede representar las dificultades que tuvieron los primeros investigadores para encontrar, reconocer y valorar los vasos linfáticos. Fueron necesarios varios siglos de estudio de la anatomía del sistema linfático después de las observaciones de Servet y de Harvey para comprender su fisiología y la importancia de sus funciones, lo que puede explicar la dificultad de su comprensión por el alumnado. Como señalan diversos autores (Solves y Traver 1996; Matthews 1994), la incorporación de la historia de la ciencia a la didáctica de las ciencias es una línea importante de investigación y de innovación, y constituye una herramienta primordial para su enseñanza, tanto para su planificación, como para su metodología.

Esta escasa consideración del sistema linfático por parte del alumnado encuestado nos lleva a pensar hipotéticamente en la dificultad de ampliar el modelo conceptual de transporte interno construido durante la educación primaria, pues es capaz de responder, aunque a veces de forma errónea, a los problemas que presentan cada una de las células del organismo. Es lógico pensar que esta situación debe ser contrastada y derivar hacia un mejor estudio de la situación: qué presentan los libros de texto, qué hace el profesorado en este tema, qué tiempo le dedica y/o le puede dedicar con currículos extensos, etc., y llegar a la elaboración de secuencias

didácticas que faciliten la superación de estas dificultades y la construcción de un modelo de transporte interno en el que intervengan los dos sistemas, el sanguíneo y el linfático, interrelacionado con el resto de modelos parciales que faciliten la construcción de un modelo global de nutrición.

Reseñas bibliográficas

- Astolfi, J.P. (1994). El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (2), 206-216.
- Banet, E. y Nuñez, F. (1988). Ideas de los alumnos sobre la digestión: aspectos anatómicos. *Enseñanzas de las ciencias*, 6 (1), 30-37.
- Banet, E. y Nuñez, F. (1989). Ideas de los alumnos sobre la digestión: aspectos fisiológicos. *Enseñanzas de las ciencias*, 7 (1), 35-44.
- Banet, E y Nuñez, F. (1995). Representaciones de los alumnos y alumnas sobre el cuerpo humano. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 4, 79-86.
- Cañal, P. (2008). El cuerpo humano: una perspectiva sistémica. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 58, 8-22.
- Casado, A. (1999) Estudio de las ideas previas de los alumnos sobre la sangre. *Universidad Abierta*. 21, 199-242.
- Chamizo, J.A. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.* 7(1), 26-41
- Chevallard Y. (1997). La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Aique.
- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias*, 4 (1) 3-16.
- Duit, R. y Pfundt, H. (2009). *Students' and teachers' conceptions and science education*.
- Ferrández, J.C. (2006). *El sistema linfático. Historia, iconografía e implicaciones fisioterapéuticas*. Madrid: Editorial médica panamericana
- Franco C. and Colinviaux D. (2000). Grasping Mental Models in Gilbert J. K and Boulter C.J. (eds), *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer.
- Furió, C., Solbes, J. y Carrascosa, J. (2006). *Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 48.
- Giordan, A. (1982). *La enseñanza de las ciencias*. Madrid: Siglo XXI.
- Giordan, A. (1985). Interés didáctico de los errores de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias*, 3 (1), 11-17.
- Giordan, A. y otros. (1987). *Conceptos de Biología I y II*. Barcelona: MEC-Labor.
- Greca, I.M. y Moreira, M.A. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de Física en electricidad y magnetismo, *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 289-303.
- Hermann, H y Cier, J.F. (1967). *Tratado de fisiología*. (Toray Masson: Barcelona)
- Justi, R. (2006). La enseñanza de las ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (2), 173-184.

- Kind V. (2005). Más allá de las apariencias. México: Santillana-UNAM.
- Maeztu, J., Nuño, T. y Pérez De Eulate, L. (2008) Análisis de la capacitación del profesorado en formación inicial para resolver problemas de ciencias asociados con la vida cotidiana. *Revista de Psicodidáctica*, 13, (1), 27-53.
- Matthews, M.R. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 255-277.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. (National Academy: Washington, DC)
- Novack, J.D. (1988). *Constructivismo humano: un consenso emergente*. *Enseñanza de las ciencias*, 6 (3), 213-223.
- Núñez, F. y Banet, E. (1990). Esquemas conceptuales de los alumnos sobre la respiración. *Enseñanzas de las ciencias*, 8 (2), 105-109.
- Núñez, F y Banet, E. (1996). Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 261-278.
- Oliva, J.M. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (1), 93-107.
- Pérez De Eulate, L., Llorente, E. y Andreu, A. (1999). Las imágenes de digestión y excreción en los libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 165-178.
- Pujol, R.M. (2007) *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. (Ed. Síntesis: Madrid).
- Solbes, J. y Traver, M.J. (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 103-112.
- Solbes, J., Silvestre, V. y Furio, C. (2010). El desarrollo histórico de los modelos de átomo y enlace químico y sus implicaciones didácticas. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 24, 83-105.
- Talanquer, V. (2011). El papel de las ideas previas en el aprendizaje de la química. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 35-41.
- Tamayo, M. y González García, F. (2003). Algunas dificultades en la enseñanza de la Histología animal. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (2) 177-200.
- Thibodeau, G.A. y Patton, K.T. (2007). *Anatomía y fisiología*. Madrid: Editorial Elsevier, 779-793.

Anexo 1

CUESTIONARIO SOBRE DIVERSOS ASPECTOS DEL CUERPO HUMANO

Estamos realizando una investigación sobre lo que podemos recordar acerca de la anatomía y funcionamiento de diversos órganos y sistemas del cuerpo humano. Por ello, te pedimos que realices una breve reflexión antes de contestar las preguntas de este cuestionario, el cual es anónimo y confidencial.

DATOS PERSONALES

¿En qué nivel educativo te encuentras?

- 4º ESO
- Bachillerato Científico-Tecnológico, si has cursado Biología y Geología de 1º de Bachillerato.
- Magisterio
- Master

1. Enumera los componentes del sistema circulatorio.

2. ¿Los lípidos que ingerimos siguen el mismo camino, después de ser digeridos, que los aminoácidos o los glúcidos en su incorporación al organismo? Si no es así, describe el trayecto que realizan los lípidos.

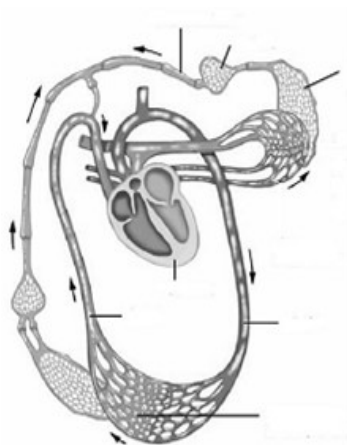
3. El presente esquema representa una pequeña sección de cualquier tejido del cuerpo con sus células y sus vasos. Pon nombre a las estructuras del dibujo que conozcas e indica con flechas la dirección de los fluidos.



4. ¿Qué tipo de órganos son el timo, las amígdalas, el páncreas y el bazo? Señala con una cruz las opciones que consideres correctas.

	4.1. Timo	4.2. Amígdalas	4.3. Páncreas	4.4. Bazo
Glándula endocrina que produce hormonas				
Órgano linfoide donde maduran los linfocitos				
Glándula exocrina que produce enzimas digestivos				
Glándula mixta que produce hormonas y enzimas digestivos				
No tiene función específica.				

5. Rotula el siguiente dibujo. ¿Qué está representando?



6. Qué es la linfa: *(Puedes señalar más de una opción)*

- La sangre de los insectos.
- Un líquido que baña los tejidos.
- Líquido blanquecino perteneciente al sistema circulatorio.
- Una fase de la metamorfosis de los insectos.
- No lo sé.

7. ¿Cómo se relaciona el sistema linfático con el sanguíneo? *(Puedes señalar más de una opción)*

- No se relacionan, son independientes.
- Del extremo arterial de los capilares salen por una parte los capilares linfáticos y, por otra, los capilares venosos. De esta manera se reparten los fluidos circulantes.
- Los vasos linfáticos van paralelos a los sanguíneos y recogen lo que los sanguíneos se dejan.
- No lo sé.

8. ¿En qué consisten los ganglios linfáticos? *(Puedes señalar más de una opción)*

- Son unos nódulos aislados o formando cordones a lo largo de los vasos linfáticos, que tienen la función de defensa frente al ataque de los cuerpos extraños.
- Son ensanchamientos de las venas donde la sangre reposa en su camino de retorno al corazón.
- Son ganglios nerviosos, dispuestos por todo el cuerpo y formando parte del sistema nervioso autónomo o vegetativo.
- No lo sé.

9. ¿Cuál es la función o funciones del sistema linfático? *(Señala con una cruz las opciones que consideres correctas).*

- Facilitar el movimiento de la sangre por los capilares sanguíneos.
- Recoger aquella fracción de líquido intersticial que los capilares sanguíneos no han podido reintroducir a la sangre.
- Absorber y transportar los lípidos desde el tramo intestinal a la sangre.
- Actuar como estación depuradora de la sangre eliminando partículas, células extrañas y microorganismos que circulan por los vasos.
- No lo sé.

10. ¿A través de qué mecanismos se desplaza la linfa por sus vasos? *(Señala con una cruz las opciones que consideres correctas.)*

- La linfa no circula por vasos.
- Le ayuda a desplazarse el bombeo del corazón.
- Los vasos poseen válvulas que impiden el retroceso.
- Es ayudado por los músculos esqueléticos y la ventilación pulmonar.
- No lo sé.

MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN.